

SOLID-STATE IMAGE PICKUP DEVICE AND SIGNAL READ-OUT METHOD

Publication number: JP2000125209

Publication date: 2000-04-28

Inventor: ODA KAZUYA

Applicant: FUJI PHOTO FILM CO LTD

Classification:

- International: H04N5/335; H01L27/00; H01L27/148; H04N1/19;
H04N3/15; H04N5/217; H04N9/04; H04N9/09;
H04N5/335; H01L27/00; H01L27/148; H04N1/19;
H04N3/15; H04N5/217; H04N9/04; H04N9/09; (IPC1-7):
H04N5/335; H04N1/19; H04N9/09

- European: H04N3/15E; H04N9/04B

Application number: JP19980289052 19981012

Priority number(s): JP19980289052 19981012

Also published as:

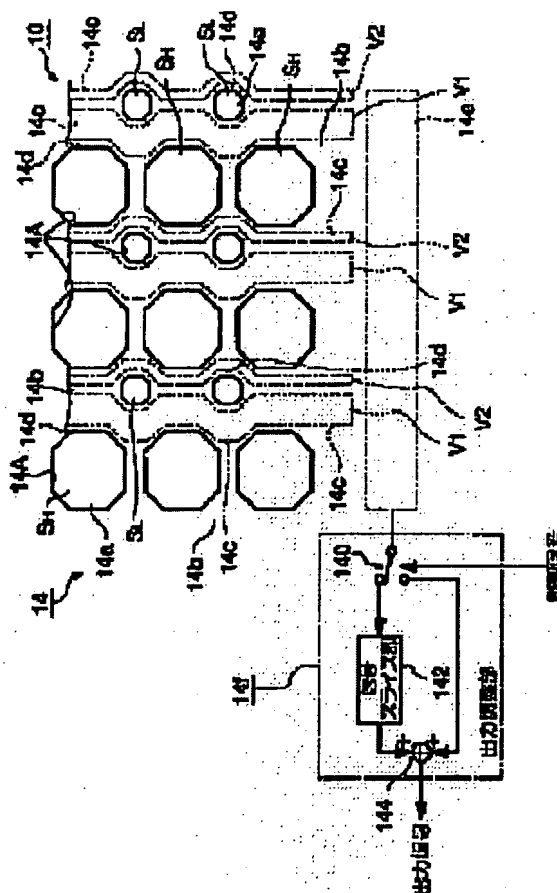


US6831692 (B1)

Report a data error here

Abstract of JP2000125209

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a solid-state image pickup device that its image pickup section is highly integrated, its dynamic range of a signal from the image pickup section is widened more than that of a conventional solid-state image pickup device and production of a false signal or occurrence of uneven saturation is suppressed and to provide the signal read-out method. **SOLUTION:** Each light receiving element 14a with two kinds of sensitivities in honey-comb arrangement applies photoelectric conversion to a transmission light resulting from an incident light passing through a color separation filter in the solid-state image pickup device 10, two columns of vertical transfer paths 14c (V1, V2) are placed between the adjacent light receiving elements 14a, signal charges from the light receiving elements 14a to the vertical transfer paths 14c are read through a signal read gate 14d between each light receiving element 14a and the vertical transfer path 14c, and an output from the vertical transfer path 14c is transferred in a horizontal direction via a horizontal transfer path 14e. The light receiving element 14a employs a light receiving element SH with 1st prescribed sensitivity and a light receiving element SL with 2nd prescribed sensitivity lower than the 1st prescribed sensitivity and an output adjustment section 14f adjusts a saturation level caused especially in the light receiving element SH to suppress uneven saturation or the like.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-125209

(P2000-125209A)

(43) 公開日 平成12年4月28日 (2000.4.28)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テマコード (参考)
H 0 4 N	5/335	H 0 4 N	Q 5 C 0 2 4
	1/19		A 5 C 0 6 5
	9/09		1 0 3 E 5 C 0 7 2

審査請求 未請求 請求項の数21 OL (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平10-289052

(22) 出願日 平成10年10月12日 (1998. 10. 12)

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(72) 発明者 小田 和也

埼玉県朝霞市泉水三丁目11番46号 富士写

真フイルム株式会社内

(74) 代理人 100079991

弁理士 香取 孝雄

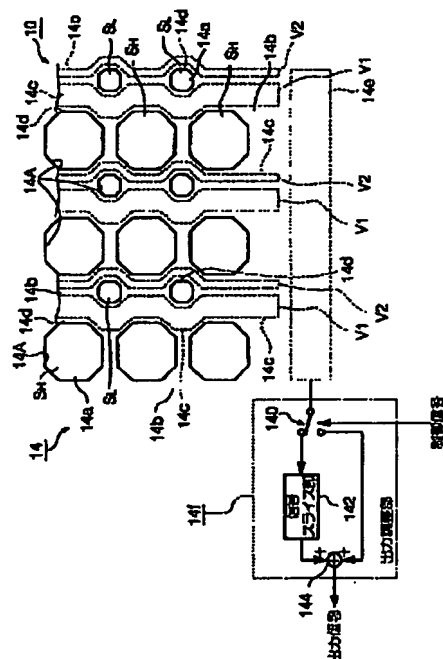
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像装置および信号読出し方法

(57) 【要約】

【課題】 撮像部を高集積化するとともに、撮像部からの信号のダイナミックレンジを従来より広くし、かつ偽信号や飽和むらの発生を抑えることのできる固体撮像装置および信号読出し方法の提供。

【解決手段】 固体撮像装置10は、入射光が色分解フィルタ12を介して色分解された透過光をハニカム配置された2つの感度を有する各受光素子14aで光電変換し、隣接する受光素子14aの間に2列分の垂直転送路14c (V1, V2) を配設し、この垂直転送路14cと各受光素子14aの間の信号読出しゲート14dを介して受光素子14aから垂直転送路14cに得られた信号電荷を読み出し、さらに、垂直転送路14cからの出力を水平転送路14eを介して水平方向に転送する。受光素子14aは第1の所定の感度の受光素子 S_H と、第1の所定の感度よりも低い第2の所定の感度の受光素子 S_L を用い、出力調整部14fは、特に受光素子 S_H に生じる飽和レベルを調節して飽和ムラ等を抑制する。



(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 被写界からの入射光を色分解する色分解手段と、

行および列方向に配列され、該色分解手段で色分解された入射光を受光して、該入射光に応じた信号電荷を生成する複数の受光素子とを含み、

該複数の受光素子は、第1の所定の感度を有する第1の受光素子群と、

前記第1の所定の値より低い第2の所定の値の感度を有する第2の受光素子群とからなり、

前記第1の受光素子群に含まれる受光素子のそれぞれは、前記第2の受光素子群に含まれる受光素子のそれぞれと互いに隣接し、前記第1の受光素子群に含まれる受光素子は、前記第2の受光素子群に含まれる受光素子に対して、各受光素子の幾何学的な形状の中心が互いに行方向および／または列方向に該受光素子のピッチの半分に相当する距離だけずれて配列され、さらに、

前記第1の受光素子群に含まれる受光素子のうち行方向に隣接するものの間に該受光素子からの信号電荷を列方向に転送する第1の列方向転送路と、

前記第2の受光素子群に含まれる受光素子のうち行方向に隣接するものの間に該受光素子からの信号電荷を列方向に転送する第2の列方向転送路と、

前記第1および前記第2の列方向転送路に前記信号電荷を読み出す信号読出し手段と、

前記第1および前記第2の列方向転送路からの出力を行方向に転送する行方向転送路と、

前記第1の受光素子群から得られた信号の飽和レベルを調整して前記第2の受光素子群から得られた信号を合成する信号合成手段とを含むことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項2】 請求項1に記載の装置において、前記第2の受光素子群の受光素子の感応領域は、少なくとも、前記第1の受光素子群の受光素子の感応領域よりも小さいことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項3】 請求項1に記載の装置において、前記第2の受光素子群の受光素子は、各受光素子に対して前記透過光の側に配して前記透過光を前記受光素子に導く導光部材の開口面積を前記第1の受光素子群での開口面積よりも小さくすることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項4】 請求項1に記載の装置において、前記第1の受光素子群の受光素子上だけに前記入射光の側に前記入射光を集光する集光手段を配することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項5】 請求項1に記載の装置において、前記第2の受光素子群の受光素子に対応して設ける集光手段の形状を前記第1の受光素子群の受光素子における集光手段の形状と異ならせて前記第2の受光素子群の受光素子への前記入射光の集光率を低下させることを特徴とする固体撮像装置。

2

【請求項6】 請求項5に記載の装置において、前記集光手段の形状は、前記集光手段の集光面の曲率または前記集光手段を透過する入射断面積の大きさに規定することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項7】 請求項1に記載の装置において、前記色分解手段は、前記第2の受光素子群の各受光素子の位置に対応して前記透過光を減少させる減光機能を含むことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項8】 請求項7に記載の装置において、前記色分解手段は、前記減光機能を有する部分の色フィルタに対して該色フィルタの膜厚の増加または遮光する濃度の濃いフィルタにすることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項9】 請求項1に記載の装置において、前記第1および前記第2の受光素子群に対する前記色分解手段の色フィルタ配列は、ともに同じ配列にすることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項10】 請求項1に記載の装置において、前記第1の受光素子群の前記色分解手段の色フィルタ配列は、原色フィルタをそれぞれ配し、前記第2の受光素子群の前記色分解手段のフィルタ配列は、輝度情報のみを得る原色フィルタとすることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項11】 請求項1に記載の装置において、前記行方向転送路は、前記第1の受光素子群と前記第2の受光素子群からの出力をそれぞれ同時に出力する第1の転送路と第2の転送路を備え、

前記第1の転送路と前記第2の転送路の間に、前記第1の転送路から前記第2の転送路に信号電荷を飛び越させる信号飛越し手段を含むことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項12】 請求項11に記載の装置において、前記信号合成手段は、前記第1および前記第2の転送路からの出力をそれぞれ増幅する第1および第2の増幅手段と、

該第1および該第2の増幅手段からの出力をライン単位で加算するライン合成手段とを含み、

前記第1の増幅手段は、所定の信号レベルでスライスするレベルクリップ手段を含むことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項13】 請求項1に記載の装置において、前記行方向転送路は、1つとし、

前記信号合成手段は、前記第1の受光素子群と前記第2の受光素子群から得られた信号を画素単位で出力する選択手段と、

該選択手段の出力の内、前記第1の受光素子群から得られた信号を所定の信号レベルでスライスするレベルクリップ手段と、

該レベルクリップ手段からの出力と前記選択手段の出力の内、前記第2の受光素子群から得られた信号とを加算する画素合成手段とを含むことを特徴とする固体撮像装置。

特開2000-125209 (P2000-125209A)

(3)

3

置。

【請求項14】 請求項1に記載の装置において、前記行方向転送路は、1つで、かつ該行方向転送路に所定の信号レベルが設定されているとき、

さらに、該装置は、

前記行方向転送路に隣接して配される、所定の信号レベル以上にある行方向転送路の信号を掃き出す掃出し手段を含み、

前記行方向転送路は、該行方向転送路から前記掃出し手段への信号の排出を該行方向転送路に供給される駆動信号の電位に応じて行うことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項15】 請求項1に記載の装置において、前記第2の受光素子群の受光素子は、前記第1の受光素子群の受光素子が蓄積によって達する飽和レベルよりも信号電荷の蓄積量が少ないことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項16】 請求項1に記載の装置において、前記第1の列方向転送路は、前記信号電荷を列方向に転送する転送路の幅を前記第2の列方向転送路の幅よりも広くすることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項17】 入射光を異なる感度の受光素子と、信号電荷を列方向に転送する列方向転送路と、前記信号電荷を行方向に転送する行方向転送路とを用いて、2次元に各受光素子の幾何学的な形状の中心が互いに行方向および/または列方向に受光素子の間隔を示すピッチの半分ずらした位置に配列させた各受光素子での光電変換により得られた信号電荷を前記列方向転送路、前記行方向転送路を介して読み出す信号読出し方法であって、前記異なる感度の一方を他方の感度より高くし、それぞれの高感度と低感度で受光する受光工程と、前記受光工程で得られた高感度と低感度の信号電荷をそれぞれ独立に前記列方向転送路に読み出す読出し転送工程と、

該読出し転送工程により転送された信号電荷を順次列方向に転送して前記行方向転送路に転送する列転送工程と、

該列転送工程から前記行方向転送路に転送された信号電荷をそのままライン単位または前記受光素子に対応した画素単位で行方向に転送する行転送工程と、

該行転送工程に伴う信号電荷の出力先を前記異なる感度に応じて選択する出力先選択工程と、

該出力先選択工程で前記一方の高感度に選択された出力が所定のレベル以上にある場合に該出力を前記所定のレベルでスライスするレベルスライス工程と、

該レベルスライス工程の出力と前記出力先選択工程で前記他方の低感度に選択された出力とを合成する出力合成工程とを含むことを特徴とする信号読出し方法。

【請求項18】 請求項17に記載の方法において、前記受光工程は、前記受光素子の複数の感度に応じて露光時間が制御されることを特徴とする信号読出し方法。

【請求項19】 請求項17に記載の方法において、前

4

記行転送工程は、前記列転送工程により一方の行方向転送路に信号電荷を供給する第1の工程と、

該第1の工程により供給された信号電荷を他方の行方向転送路に移す飛越し工程と、

該飛越し工程の後に、前記列転送工程により一方の行方向転送路に新たな信号電荷を供給する第2の工程と、前記飛越し工程および前記第2の工程とで供給された信号電荷を同時に出力する同時出力工程とを含むことを特徴とする信号読出し方法。

10 【請求項20】 請求項17に記載の方法において、前記レベルスライス工程は、前記一方の高感度の信号電荷を前記行方向転送路に供給した後、該行方向転送路での信号電荷量を通常より少ない所定の量に規定する駆動信号の制御を行う第1の駆動工程と、

該第1の駆動工程の後、前記行方向転送路での信号電荷量を通常量の量に規定する駆動信号の制御を行う第2の駆動工程とを含み、

前記出力合成工程は、前記第1および前記第2の駆動工程に従ってそれぞれ供給される信号電荷を各位置で保持し、前記行方向転送路から出力することを特徴とする信号読出し方法。

20 【請求項21】 請求項17に記載の方法において、前記出力合成工程からの出力が前記列方向に間引かれる際に、前記高感度と前記低感度の信号電荷を一对として間引くことを特徴とする信号読出し方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、入射光を受光の際に光電変換して電気信号として取り込む固体撮像装置に関し、特にこの固体撮像装置はデジタルスチルカメラ、ムービーカメラ、画像入力装置に適用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】一般的に、固体撮像装置を適用しているビデオカメラは、入射光強度に対するダイナミックレンジの狭いことで知られている。このダイナミックレンジは、ある一定以上の入射光強度が入射しても撮像素子が有する飽和レベルで入力の上限が規定されることおよび入射光から得られる信号のS/N比を所定の値より大きくする下限の条件でその範囲が決められている。この関係を考慮して受光素子の感度を低く信号レベルを抑えて飽和しないようにして広ダイナミックレンジにしようとしても、この感度に依らずノイズレベルが一定のため、S/N比低下の影響を受けてダイナミックレンジの下限が上昇し、この分だけ狭くなる。結局、ダイナミックレンジは、実質的に拡大できないことになる。

【0003】この問題を受けて、特公平8-34558号の公報は、入射光強度に対して広い範囲にわたってS/N比の良好な信号変換を行えるビデオカメラを提案している。

50 このビデオカメラには、撮像部に低感度撮像素子部と高

(4)

5

感度撮像素子部を備え、それぞれの出力をレベル変換した値を基準電圧と比較していずれかのレベル値の出力を瞬時に切り換えることにより、入射光強度を光電変換して得られる信号のダイナミックレンジを従来より顕著に拡大させている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述したビデオカメラには、低感度素子の受光セルを奇数列に配し高感度素子の受光セルを偶数列に配している。ところが、ダイナミックレンジ拡大の問題と別に、この撮像部により得られる信号には、開口の形状に依存して水平／垂直方向の画素ピッチが異なる、いわゆる空間的な異方性が存在するので、水平／垂直解像度に関する問題や偽信号の発生等が大きな問題として生じる。

【0005】また、この構成では1ライン単位に信号の垂直転送が同時に行われていることから、低感度素子と高感度素子からそれぞれ得られた出力が水平転送レジスタに垂直転送され、これらの出力が水平転送レジスタで合成される場合、画像には高感度素子の性能のばらつきによりこの高感度素子の部分に飽和ムラが生じ画質に影響してしまうことが知られている。このようにビデオカメラは、画像を高画質化することが難しかった。

【0006】これらの問題とは異なる高集積化に関する観点から、最近、新たな受光素子の配置として、受光素子の幾何学的な形状の中心を行方向および列方向にピッチの半分ずらして配置する、いわゆるハニカム配置の固体撮像装置に対して、特開平6-77450号公報や特開平10-13639号公報等のように様々な提案がされている。特開平6-77450号公報では、受光素子の形状を菱形の一つである正方形にして各辺が垂直方向に45°の角度をなすようにして開口率を高くして固体撮像装置の小型化が図られている。また、各受光素子の上にはマイクロレンズを配設して集光効率を向上させている。

【0007】特開平10-13639号公報では、隣接する行の光電変換素子の配列間隔のほぼ1/2だけ相対的にずらし同一行の隣接する光電変換素子間に2列分の列方向で電荷転送装置が配され、その一つが斜め方向に隣接する光電変換素子からの電荷転送に用いて電荷転送装置を蛇行させて形成することにより、光電変換素子の高集積化、受光効率の向上等を図りながら、モアレ等の偽信号の抑制が行われている。

【0008】本発明はこのような従来技術の欠点を解消し、撮像部を高集積化するとともに、撮像部からの信号のダイナミックレンジを従来より広くし、かつ偽信号や飽和ムラの発生を抑えることのできる固体撮像装置および信号読出し方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は上述の課題を解決するために、被写界からの入射光を色分解する色分解手段と、行および列方向に配列され、この色分解手段で

6

色分解された入射光を受光して、この入射光に応じた信号電荷を生成する複数の受光素子とを含み、この複数の受光素子は、第1の所定の感度を有する第1の受光素子群と、第1の所定の値より低い第2の所定の値の感度を有する第2の受光素子群とからなり、第1の受光素子群に含まれる受光素子のそれぞれは、第2の受光素子群に含まれる受光素子のそれぞれと互いに隣接し、第1の受光素子群に含まれる受光素子は、第2の受光素子群に含まれる受光素子に対して、各受光素子の幾何学的な形状の中心が互いに行方向および／または列方向にこの受光素子のピッチの半分に相当する距離だけずれて配列され、さらに、第1の受光素子群に含まれる受光素子のうち行方向に隣接するものの間にこの受光素子からの信号電荷を列方向に転送する第1の列方向転送路と、第2の受光素子群に含まれる受光素子のうち行方向に隣接するものの間にこの受光素子からの信号電荷を列方向に転送する第2の列方向転送路と、第1および第2の列方向転送路に信号電荷を読み出す信号読出し手段と、第1および第2の列方向転送路からの出力を行方向に転送する行方向転送路と、第1の受光素子群から得られた信号の飽和レベルを調整して第2の受光素子群から得られた信号を合成する信号合成手段とを含むことを特徴とする。

【0010】ここで、第2の受光素子群の受光素子の感応領域は、少なくとも、前記第1の受光素子群の受光素子の感応領域よりも小さいことが好ましい。これにより、受光素子群に光量差を提供する。

【0011】第2の受光素子群の受光素子は、各受光素子に対して透過光の側に配して透過光を受光素子に導く導光部材の開口面積を第1の受光素子群での開口面積よりも小さくすることが好ましい。これにより、各受光素子に同一の光量が供給された場合、色分解手段からの透過光に生じる色毎の差を第1の受光素子群と第2の受光素子群との受光素子に感度の差で吸収することにより、出力する信号電荷量の比率を同じにできる。

【0012】色毎の光量差を吸収するには、上述した構成に限定されるものでなく、第1の受光素子群の受光素子上だけに入射光の側に前記入射光を集光する集光手段を配するようにしてもよい。これにより、色バランスを均一にすることができる。この場合、集光手段は、たとえば、マイクロレンズである。

【0013】受光素子すべてに集光手段が配設される場合、第2の受光素子群の受光素子に対応して設ける集光手段の形状を第1の受光素子群の受光素子における集光手段の形状と異ならせて第2の受光素子群の受光素子への入射光の集光率を低下させることが望ましい。

【0014】さらに、集光手段の形状は、集光手段の集光面の曲率または集光手段を透過する入射断面積の大きさで規定するとよい。

【0015】また、色毎の光量差をもたらす色分解手段を用いてこの差の吸収を行う場合、色分解手段は、第2

(5)

7

の受光素子群の各受光素子の位置に対応して透過光を減少させる減光機能を含むことが望ましい。具体的な例示として、色分解手段は、減光機能を有する部分の色フィルタに対してこの色フィルタの膜厚の増加または遮光する濃度の濃いフィルタにするとよい。

【0016】第1および第2の受光素子群に対する色分解手段の色フィルタ配列は、ともに同じ配列にすることが好ましい。これにより、互いに第1および第2の受光素子群の近傍に位置する受光素子の同一色からそれぞれ得られた信号電荷を用いて色毎に信号を合成すると、各色毎の信号におけるダイナミックレンジの広い信号が得られるようになる。

【0017】第1の受光素子群の色分解手段の色フィルタ配列は、原色フィルタをそれぞれ配し、第2の受光素子群の色分解手段のフィルタ配列は、輝度情報のみを得る原色フィルタとすることが有利である。これにより、第1の受光素子群に対応してたとえば、原色フィルタのR、Bを配列させて、第2の受光素子群に対応して原色フィルタのGにすると、入射光を各受光素子に入射させても第1の受光素子群での光電変換効率が通常の効率よりも高く、第2の受光素子群での光電変換効率が通常の効率よりも低くなるので、色毎の透過光の光量の差を解消するように信号電荷を生成することができる。

【0018】行方向転送路は、第1の受光素子群と第2の受光素子群からの出力をそれぞれ同時に出力する第1の転送路と第2の転送路を備え、第1の転送路と第2の転送路の間に、第1の転送路から第2の転送路に信号電荷を飛び越させる信号飛越し手段を含むことが好ましい。これにより、第1の受光素子群または第2の受光素子群の一方の信号電荷を信号飛越し手段により第1の転送路から第2の転送路に移動させ、この移動した信号電荷に対して第2の受光素子群または第1の受光素子群の他方の信号電荷を第1の転送路に読み込み、両受光素子群の信号電荷を同時に出力させる。色バランスのとれた信号電荷が信号として出力される。

【0019】信号合成手段は、さらに、第1および第2の転送路からの出力をそれぞれ増幅する第1および第2の増幅手段と、この第1およびこの第2の増幅手段からの出力をライン単位で加算するライン合成手段とを含み、第1の増幅手段は、所定の信号レベルでスライスするレベルクリップ手段を含むことが好ましい。これにより、同じ入射光の光量を異なる感度の受光素子で光電変換しても、第1の増幅手段で所定の信号レベルの越えた分を排出して信号電荷の上限値が規定されるので、ライン合成手段で第1の増幅手段と第2の増幅手段からの出力差を解消させることができる。したがって、これらの出力を加算しても色バランスを均一化させることができる。

【0020】ところで、行方向転送路は、1つとし、信号合成手段は、第1の受光素子群と第2の受光素子群か

8

ら得られた信号を画素単位で出力する選択手段と、この選択手段の出力の内、第1の受光素子群から得られた信号を所定の信号レベルでスライスするレベルクリップ手段と、このレベルクリップ手段からの出力と選択手段の出力の内、第2の受光素子群から得られた信号とを加算する画素合成手段とを含むことが好ましい。これにより、画素単位での出力差をなくして色バランスの均一化を図ることができるようになる。

【0021】また、行方向転送路は、1つで、かつこの行方向転送路に所定の信号レベルが設定されているとき、さらに、行方向転送路に隣接して配される、所定の信号レベル以上にある行方向転送路の信号を掃き出す掃出し手段を含み、行方向転送路は、この行方向転送路から掃出し手段への信号の排出をこの行方向転送路に供給される駆動信号の電位に応じて行うことが望ましい。駆動信号の電位によって所定の信号レベル以上の信号電荷が掃出し手段に掃き出されるので、信号電荷量の上限が規定される。この場合も、同じ入射光量が入射するとき、第1と第2の受光素子群から得られる信号電荷量のバランスが取れるようになる。

【0022】第2の受光素子群の受光素子は、第1の受光素子群の受光素子が蓄積によって達する飽和レベルよりも信号電荷の蓄積量が少ないことが望ましい。この飽和レベルの差が、第1の受光素子群の受光素子と第2の受光素子群の受光素子との間のダイナミックレンジの範囲を広くすることができる。

【0023】第1の列方向転送路は、前記信号電荷を列方向に転送する転送路の幅を前記第2の列方向転送路の幅よりも広くすることが好ましい。

【0024】本発明の固体撮像装置は、入射光が色分解手段を介して色分解された透過光を各受光素子の幾何学的な形状の中心が互いに行方向および/または列方向に受光素子の間隔を示すピッチの半分ずらした位置に照射させて複数の感度で光電変換し、行方向に隣接する受光素子間に列方向に2列分の列方向転送路を配設して、この列方向転送路と各受光素子の間の信号読出し手段を介して受光素子から列方向転送路に得られた信号電荷を読み出し、さらに、列方向転送路からの出力を行方向転送路を介して行方向に転送するものであり、受光素子を受光素子の感度が所定の感度以上の第1の受光素子群と、この第1の受光素子群よりも低い感度の第2の受光素子群とをからなることにより、両受光素子群の信号を合成して得られる信号のダイナミックレンジを広くすることができる。信号合成手段で第1の受光素子群からの出力の上限(飽和レベル)を調整し、信号電荷量を均一になるようにして偽信号の発生や飽和ムラ等を抑制している。また、この配設により、従来のハニカム配置よりも受光素子の面積あたりの利用効率を高く等方性を持たせることができる。さらに、2列分の列方向転送路の一つは、行方向に隣接する受光素子に対して斜め方向に配さ

(6)

9

れた第1の受光素子または第2の受光素子からの出力を転送するように形成されているので、受光素子を迂回するように列方向に配された受光素子に対して対称な蛇行が形成され無駄なスペースのない効率的な配設が可能になる。

【0025】本発明は、入射光を異なる感度の受光素子と、信号電荷を列方向に転送する列方向転送路と、信号電荷を行方向に転送する行方向転送路とを用いて、2次元に各受光素子の幾何学的な形状の中心が互いに行方向および/または列方向に受光素子の間隔を示すピッチの半分ずらした位置に配列させた各受光素子での光電変換により得られた信号電荷を前記列方向転送路、行方向転送路を介して読み出す信号読出し方法であって、異なる感度の一方を他方の感度より高くし、それぞれの高感度と低感度で受光する受光工程と、受光工程で得られた高感度と低感度の信号電荷をそれぞれ独立に列方向転送路に読み出す読出し転送工程と、読出し転送工程により転送された信号電荷を順次列方向に転送して行方向転送路に転送する列転送工程と、この列転送工程から行方向転送路に転送された信号電荷をそのままライン単位または受光素子に対応した画素単位で行方向に転送する行転送工程と、この行転送工程に伴う信号電荷の出力先を異なる感度に応じて選択する出力先選択工程と、この出力先選択工程で一方の高感度を選択された出力が所定のレベル以上にある場合にこの出力を所定のレベルでスライスするレベルスライス工程と、このレベルスライス工程の出力と出力先選択工程で他方の低感度を選択された出力とを合成する出力合成工程とを含むことを特徴とする。

【0026】ここで、受光工程は、受光素子の複数の感度に応じて露光時間が制御されることが好ましい。受光素子は、たとえば、各感度に応じて複数の基板に配設する多板方式に適用することが望ましい。これにより、それぞれの感度に応じた露光が行われるので、光量に対する受光素子の光電変換効率と露光時間の積で表す信号電荷量が同程度とバランスよく生成して偽信号の発生を抑制することができる。

【0027】行転送工程は、列転送工程により一方の行方向転送路に信号電荷を供給する第1の工程と、この第1の工程により供給された信号電荷を他方の行方向転送路に移す飛越し工程と、この飛越し工程の後に、列転送工程により一方の行方向転送路に新たな信号電荷を供給する第2の工程と、飛越し工程および第2の工程とで供給された信号電荷を同時に出力する同時出力工程とを含むことが有利である。これにより、異なる感度の信号電荷が供給された際に、それぞれの信号電荷を混合することなく、そのまま出力することができる。この場合、ライン単位で信号電荷を出力するので、画像信号との対応関係の良好な信号として得られ、この後の信号処理が容易になる。

【0028】レベルスライス工程は、一方の高感度の信

10

号電荷を行方向転送路に供給した後、この行方向転送路での信号電荷量を通常より少ない所定の量に規定する駆動信号の制御を行う第1の駆動工程と、この第1の駆動工程の後、行方向転送路での信号電荷量を通常の量に規定する駆動信号の制御を行う第2の駆動工程とを含み、出力合成工程は、第1および第2の駆動工程に従ってそれぞれ供給される信号電荷を各位置で保持し、行方向転送路から出力することが好ましい。この手順により、異なる感度による信号電荷が供給された、それぞれの信号電荷量を均一にして出力することができる。この後に行う信号処理を容易にすることができる。

【0029】出力合成工程からの出力が列方向に間引かれる際に、高感度と低感度の信号電荷を一對として間引くことが有利である。これにより、間引き処理された際に得られる信号の関係も配設された受光素子の関係を保って高感度と低感度の信号で得ることができる。

【0030】本発明の信号読出し方法は、異なる感度の一方を高感度とし、他方を低感度として受光し、得られた高感度と低感度の信号電荷をそれぞれ独立に列方向転送路に読み出して順次列方向に転送して行方向転送路に転送し、行方向転送路に転送された信号電荷をそのままライン単位または受光素子に対応した画素単位で行方向に転送する。この転送時に伴い信号電荷の出力先が異なる感度に応じて選択する。この選択の内一方の高感度を選択された出力が所定のレベル以上にある場合にこの出力を所定のレベルでスライスした後、このレベルスライス工程の出力と出力先選択工程で他方の低感度を選択された出力とを合成して出力することにより、偽信号の発生を抑制し、飽和ムラ等を防止する。

【0031】

【発明の実施の形態】次に添付図面を参照して本発明による固体撮像装置および信号読出し方法の実施例を詳細に説明する。

【0032】本発明の固体撮像装置は、感度（すなわち、光電変換効率）の異なる受光素子を受光素子の感応領域の大きさ、すなわち、セルの大きさで感度の差をもたらした撮像信号を用いてダイナミックレンジの拡大を図るとともに、信号レベルをクリップして飽和ムラをなくしている。さらに、これらの受光素子を、いわゆる、ハニカム配置に配設して、従来のハニカム配置の面積あたりの使用効率よりも高くでき、偽信号の発生を抑制することに特徴がある。なお、受光素子の感度差を用いて色分解手段の色毎に生じる光量差を解消させることにより、色バランスの良好な画像を提供することも可能にする。

【0033】第1の実施例の固体撮像装置10には、被写界からの入射光を光学系（図示せず）により集光して像を形成する光路上にこの入射光を色分解するカラーフィルタ12（図示せず）およびこのカラーフィルタ12からの透過光を受光する受光素子が2次元に配置された撮像部

(7)

11

14が備えられている。また、固体撮像装置10には、撮像部14からの出力に各種の信号を施すカラー信号処理部（図示せず）も備えられている。カラー信号処理部には、ガンマ変換部、A/D変換部、信号処理部が含まれている。本実施例は、上述した本発明の特徴を含む撮像部14とその周辺の部材について説明する。なお、固体撮像装置10は、撮像部14の受光素子が、たとえば、電荷結合素子（CCD）や金属酸化膜型半導体（MOS）等のいずれのイメージセンサでもよい。

【0034】固体撮像装置10を光が入射する側から見ると、撮像部14を視認することができる。図1の撮像部14は、その要部を拡大した平面図である。撮像部14には、複数の受光素子14a、遮光部材14b、垂直転送路14c、信号読出しゲート14d、水平転送路14eおよび出力調整部14fが備えられている。

【0035】受光素子14aは、入射光を受光した際に光を受光光量に応じた電気信号に光電変換する光センサである。すなわち、この受光素子14aが画素に対応した受光セルである。2次元的に配されている、受光素子14aは、後述するように、いわゆるハニカム配置で配されている。撮像部14は、入射光の入射する側に遮光部材14bで覆われている。その中で撮像部14は、遮光部材14bに形成された貫通口、すなわち受光素子14aに透過光を照射するように受光素子14aの配置されている位置に形成された開口部14Aを介して入射光を受光している。

【0036】また、受光素子14aには、入射光を電気信号に変換する受光感度、すなわち光電変換効率がすべて同じものを用いるというわけではなく、複数の受光感度の受光素子を用いている。受光素子14aの素子形成過程が同じ処理を経て形成されると同じ受光感度の光センサが得られる。この場合、光センサに受光感度の違いを持たせる要素には、光電変換する光量の多少がある。この点に着目して感度差を持たせれるように、通常の受光感度よりも高感度の受光素子群の受光素子 S_H とするには、開口部14Aの面積を大きくする。また、低感度の受光素子群の受光素子 S_L は、開口部14Aの面積を通常の受光感度を有する面積よりも小さくする。たとえば、受光素子 S_L は、受光素子 S_H のセルサイズに比べて半分に形成するとともに、受光素子 S_L の感度自体も受光素子 S_H の受光感度に比べて1/20にする。そして、低感度の受光素子 S_L は、受光素子 S_H の蓄積する信号電荷の飽和量よりも少ない量で飽和するように形成している。これらについて後段でさらに、言及する。

【0037】この2種類の感度が異なる受光素子14aをハニカム配置する。ハニカム配置は、受光素子の幾何学的な形状の中心が互いに行（水平）方向および／または列（垂直）方向に受光素子の間隔を示すピッチの半分、すなわち1/2ピッチずらして受光素子を配する配置である。この場合、受光素子の形状は、ハニカム配置を構成する上で配置効率のよいとされる、正方格子の四隅を切

12

り欠いた、八角形とする。この同一形状の受光素子を配置した場合、図2(a)に示すような受光素子の近接配置になる。ここで、受光素子 S_L を受光素子 S_H のセルサイズの半分にしてハニカム配置すると、図2(b)のように受光素子 S_L と受光素子 S_H との間に隙間が生じる。この隙間を埋めるように配すると、受光素子 S_L と受光素子 S_H の配置は、図2(a)より稠密な配置になる（図2(c)を参照）。受光素子 S_L を小さくすることにより、この他、受光素子 S_H のセルサイズを通常使用しているセルサイズよりも大きくしたり、撮像部14の同一の面積（チップサイズ）内に配置される画素数を増やすこと等ができるようになる。また、サイズに関わらず受光素子14aの形状によって空間的な等方向性が保たれる。

【0038】垂直転送路14cは、電荷結合素子で、遮光部材14bで覆われている領域内に受光素子14aの形状に応じて隣接形成されている。しかも水平方向の隣接する受光素子14aの間には2本の垂直転送路14c（V1、V2）が形成されている。2本の垂直転送路14cの内、受光素子 S_H に隣接している垂直転送路14c（V1）は、高感度に得られる信号電荷の飽和量が受光素子 S_L より多いので、この飽和量を正確に転送するよう転送路の幅を広く形成する。一方の受光素子 S_L に隣接している垂直転送路14c（V2）は、転送する信号電荷の量が少ないので、狭い幅で済ませるようにしてもよい。このように垂直転送路14cを形成すると、撮像部14の面積を有効に使用することができる。撮像部14の面積の有効利用を図るため、受光素子14aとの垂直転送路14cとの間隔を一定の距離に納めた結果、垂直転送路14cは、受光素子14aに沿って蛇行し、受光素子14aに対して2本の垂直転送路14cが対称に形成される。垂直転送路14cは、絶縁膜を介して複数の導電性電極14j（図10を参照）が、たとえば、垂直転送路14c上に形成されている。電極は、形成した電極の個数に応じて異なる相の駆動信号が供給され、この駆動信号の1サイクルで垂直方向に信号電荷を1段水平転送路14e側に転送させている。

【0039】信号読出しゲート14dは、受光素子14aと垂直転送路14cとの間に受光素子14aで得られた信号電荷を垂直転送路14cに転送するスイッチングの役割を果たすゲートである。水平転送路14eも電荷結合素子で、受光素子14aに沿って形成されている垂直転送路14cからそれぞれ供給される信号電荷を水平方向に転送する転送路である。本実施例では、1本の水平転送路14eを用いている。

【0040】出力調整部14fには、感度出力選択部140、信号スライス部142および出力合成部144が備えられている。感度出力選択部140は、水平転送路14eからライン単位あるいは画素単位で出力される信号電荷を高感度と低感度とに分類する。感度出力選択部140は、図示しない制御部からの制御信号に応じて分類を行う切替スイッチである。信号スライス部142は、予め蓄積でき

(8)

13

る信号電荷量の上限値を設定しておき、この信号電荷量を越える電荷量を棄てる。なお、たとえば、信号電荷量を電流-電圧変換 (I/E 変換) して駆動信号の電圧をある電圧に設定し容量を越えた分の電流に対応する電圧をクリップさせてもよい。この場合、低感度の信号電荷にも I/E 変換を施す。

【0041】出力合成部144 は、低感度の信号電荷と信号スライス部142 でカットされた高感度の信号電荷の2ライン分の信号を合成して出力する。ライン単位で合成する場合、タイミング調整しながら、信号電荷が混合しないようにして出力する。このため、図示しないが出力調整部14f には、タイミング信号が供給されている。また、出力調整部14f は本来、信号の増幅を行う出力アンプ146 も含む。

【0042】図面に現れていないが、色分解フィルタ12 は、撮像部14の入射光が入射する側に配設させている。色分解フィルタ12には、原色フィルタR、G、Bを用いる。この原色フィルタの色の配列パターンには、たとえば、G 縦ストライプRB完全市松パターンが適用されている。

【0043】ところで、一般に、日中での撮影の色温度 (5000K ~ 6000K) やストロが撮影に用いられるタングステン (W) ライトの色温度 (6000K) という最も撮影頻度の高い色温度でRGB 毎に得られる信号の感度比S は、それぞれ0.7, 1, 0.8 にあることが知られている。感度比S の大きさ (S(G)>S(B)>S(R)) と逆の比の大小関係になるように補正をかける。すなわち、同一の構成にしても感度比S が最大になるG の透過光が照射される受光素子を低感度の受光素子 S_L にする。また、感度比がほぼ同程度のRBに対して高感度の受光素子 S_H を割り当てる。この割り当てによれば、色毎に異なる感度比のアンバランスを調整することで生じる色S/N の低下を解消するように補正することができる。

【0044】次に固体撮像装置10の動作を説明する。供給される駆動信号に応じて入射光を受光素子14a で撮像する。受光素子14a は、前述したように高感度の受光素子群の受光素子 S_H と低感度の受光素子群の受光素子 S_L がある。撮像部14の両者の受光素子に対して平均的な光量を照射し、露光時間を同一にした際に、両者の受光素子には、開口面積を異なる一因により光量の差が生じた結果、光電変換により得られる信号電荷量の違いが感度差としてもたらされる (図3を参照)。本実施例では、受光素子 S_L は、受光素子 S_H のセルサイズを基準にすると、各辺の長さが半分で、受光光量が1/4 になる。受光素子 S_L は、受光素子 S_H の感度に比べて1/20の傾きに設定している。図3から判るように、受光素子 S_H は、明るさが暗くても信号電荷の生成量 C_H が大きい。しかしながら、明るさに対し対応できる範囲 B_H は低感度の明るさの範囲に比べて狭い。受光素子 S_H が飽和量 C_{SH} に達し、受光素子 S_L の飽和量 C_{SL} が飽和量 C_{SH} よりも低くても、受光素子

14

S_L は、信号電荷生成の傾きが緩やかなので、明るさに比例して電荷生成させることができる (図3の受光素子 S_L の信号電荷の生成量 C_L を参照)。このような感度の差を設けると、受光素子 S_H が入射光で飽和した場合、受光素子 S_L はまだ飽和していないので、受光素子 S_L から得られる信号を用いると良好な撮像信号が得られることになる。

【0045】得られた信号電荷は、各受光素子14a と垂直転送路14c の間に形成された信号読出しゲート14d を開状態にすることで垂直転送路14c に転送される。信号読出しゲート14d は、供給される駆動信号に応じてゲートの開閉が行われる。垂直転送路14c には、導電性電極を介して、たとえば、4相駆動信号が供給される。この4相駆動信号に応じて動作させると、垂直転送路14c の信号電荷を水平転送路14e の方向 (すなわち、垂直方向) に1段だけ転送させる。この転送を繰り返すと、信号電荷が水平転送路14e の方向に移動する。図1の場合、受光素子 S_H からの信号電荷が水平転送路14e に最初転送される。このとき、受光素子 S_L に対応する水平転送路14e は空である。さらに、同一行の受光素子から垂直方向に1段転送されると、水平転送路14e には、受光素子 S_H に対応する位置の信号電荷が空状態で、受光素子 S_L に対応する位置の信号電荷が供給される。この一連の転送処理により、水平転送路14e は2ライン分の信号電荷を有する。

【0046】水平転送路14e は、駆動信号により2ライン分を1ライン単位のように出力調整部14f に出力するライン出力の場合と、各画素単位に出力する画素出力の場合がある。ライン出力の場合、出力調整部14f の感度出力選択部140 は、出力選択先を信号スライス部142 に固定する。信号スライス部142 は、一度に2ライン分の信号電荷を取り込み、これらの信号電荷の蓄積可能な電荷量が設定されている。設定されている電荷量を越えた信号電荷は、蓄積することなく、たとえば図示しないが掃出しドレインを介して排出する。信号スライス部142 は、上限値で切られた信号電荷を出力合成部144 の一端側に出力する。出力合成部144 には、感度出力選択部140 の選択先が固定されているので、他端側から供給される信号電荷がない。この場合、出力合成部144 は、信号スライス部142 から供給された信号電荷をそのまま出力する。信号スライス部142 からの出力は、設定されている電荷量でクリップされることになるので、飽和レベルが均一化され、ムラの発生が抑制される。

【0047】また、画素出力の場合、感度出力選択部140 は、水平転送路14e に高感度として得られた信号電荷と低感度の信号電荷として得られた信号電荷とが交互に配された2ライン分の信号を制御信号に応じて切り換える。高感度の信号電荷は、感度出力選択部140 で信号スライス部142 に送られ、低感度の信号電荷は、そのまま出力合成部144 の他端側に供給される。ただし、信号ス

(9)

15

ライズ部142での処理に時間を要するとき、感度出力選択部140と出力合成部144との間に遅延素子を配して出力合成部144へのタイミングを調整するようにしてもよい。出力合成部144は、画素単位に調整された2ライン分の信号を出力する。これによっても、信号の飽和ムラを防止することができる。このように1つの水平転送路14eにより信号を出力すると、信号処理が容易にすることができるようになる。また、出力合成部144を設けずに外部にラインメモリを設けて処理してもよい。

【0048】色分解フィルタ12が受光素子 S_H と受光素子 S_L のそれぞれに対して配する色フィルタの配列を全く同じにしていると、ハニカム配置によって得られる解像度より低い解像度になる。しかしながら、得られる画素毎に分類して画面を構成すると、図4に示すように一回の撮像で感度の異なる画像 P_H 、 P_L を生成させることができる。入射光量に応じて得られる画像 P_H 、 P_L を選択的に切り換えると、固体撮像装置10は、ダイナミックレンジの広い画像を出力することになる。

【0049】次に固体撮像装置10の前述した実施例の第1の変形例を図5を参照しながら説明する。図1と共通する部分に同じ参照符号を付し、説明を省略する。この変形例では、水平転送路14eの他に水平転送路14hと複数用い、水平転送路14e、14hの間には、飛越しゲート14gが配されている。また、出力調整部14fは、2本の水平転送路14e、14hおよび飛越しゲート14gを設けることで高感度の信号電荷と低感度の信号電荷を分類しているので、感度出力選択部140を不要にしている。図5の受光素子14aにおける感度別の配列は、高感度の受光素子 S_H が最も水平転送路14eに近い位置にあるから、感度毎に信号電荷をまとめると受光素子 S_H からの信号電荷が水平転送路14hから出力される。これに対応して、出力調整部14fの信号スライス部142は、水平転送路14hの出力を扱える位置に配設される。また、出力調整部14fの出力アンプ146は、水平転送路14eからの低感度の信号電荷の出力を調整している。

【0050】信号読出し手順を説明すると、受光し得られた信号電荷の垂直転送は、前述した実施例に全く同じで、図示しないが各垂直転送路14cや水平転送路14e、14hには駆動信号が供給されている。列方向に配された垂直転送路14cの内、高感度の信号電荷が最初に水平転送路14eに供給される。次に飛越しゲート14gを駆動信号によりオン状態にして、この供給された高感度の信号電荷を水平転送路14hに飛越し転送する。この転送によって、水平転送路14eが空き状態になっているので、垂直転送を繰り返して低感度の信号電荷が水平転送路14eに供給される。この段階で、各水平転送路14e、14hには、同一ラインの信号電荷をまとめている。

【0051】水平転送路14hは、高感度の信号に対して信号量をカットするため、信号スライス部142に飛越し転送されている信号電荷を出力する。信号スライス部14

16

2では、設定されている信号電荷量を上限とするように電荷量の調整された出力を出力合成部144に供給する。出力合成部144では、後の信号処理を容易にできるようにタイミング調整して水平転送路14eの出力と信号スライス部142の出力を合成し、出力が行われる。このような手順で動作させても効果的な撮像を行わせることができる。タイミングを正確に調整すると、画素単位の出力も容易に行える。

【0052】次に固体撮像装置10の前述した実施例の第2の変形例を図6を参照しながら説明する。図1と共通する部分に同じ参照符号を付し、説明を省略する。この変形例では、水平転送路14eだけを用い、水平転送路14eに隣接して掃出しドレイン14iが配されている。出力調整部14fは、出力アンプ146だけが含まれる。この場合も受光により得られた信号電荷を垂直転送路14cに転送した後の手順を説明する。この変形例でも、高感度の信号電荷が水平転送路14eに供給される。このとき、水平転送路14eの駆動信号の電位を所定の電位に持ち上げる。この電位の持ち上げにより、水平転送路14eのポテンシャル電位が上昇する。このポテンシャル電位の上昇は、たとえば、水等の液体を入れる容器がかさ揚げされることと同じ状態をつくることになる。したがって、容器の容量が減少する。この容量に相当する信号電荷は、ポテンシャル電位を上昇させた分と現信号電荷量とを加えた値から水平転送路14eの飽和量を差し引いた分が正の値のとき、この値が水平転送路14eから溢れる信号電荷である。この信号電荷を掃出しドレイン14iに掃き出させると、高感度の信号電荷を所定の量（あるいはレベル）以内にすることができる。この後、水平転送路14eのポテンシャル電位を通常の電位に戻す。

【0053】次に垂直転送路14cを駆動すると、低感度の信号電荷が水平転送路14eに供給される。このようにして2ライン分の信号電荷が水平転送路14eに合成されることになる。低感度の受光素子 S_L では、信号電荷が飽和量を越えるように光電変換されないのので、得られる信号電荷量は飽和量より少ない。高感度の信号電荷も上限の量でカットされているので、従来、生じていた飽和ムラ等の影響がなくなり、複数の画像をつなぎ合わせるような場合でもつなぎ合わせが目立たない良好な信号にできる。このようにして得られる出力は、出力調整部14fの出力アンプ146を介して外部に出力することができる。既述したようにこれまでの第1の実施例、その第1および第2の変形例のように動作させることにより、一画像を低感度の信号と高感度の信号で撮像して信号処理を行うと、得られる画像のダイナミックレンジを広くすることができる。

【0054】このように構成した固体撮像装置10を、たとえば、電子カメラ等のデジタル機器に適用すると、固体撮像装置10は、各駆動モードに応じて信号電荷の読出しを制御するように処理手順を切り替えるとよい。電

(10)

17

子カメラの場合、駆動モードには、撮像した画像を記録する本撮像モード、撮像した画像を動画表示するムービーモード、測光値に基づいて適正な露光値の算出およびその露光値に各部を制御するAE (Automatic Exposure) モード、および同様に素行値に基づいて被写体との距離を測光して各部を制御するAF (Automatic Focus) モード等がある。本撮像モードで電子カメラは、後述するように、ハニカム配置で各受光素子14a から得られる信号電荷により、画像の解像度および色バランスの良好な表示を可能にする信号を記録媒体に記録する。

【0055】ムービーモードでは、所定の時間内に画像表示を行う規則に応じて読み出した信号をディスプレイに表示する必要があるため、低感度の受光素子群あるいは高感度の受光素子群のいずれか一方からの信号だけを読み出して表示する。この場合、信号読み出しゲート14d を個々に駆動するように制御し、受光素子14a から読み出している。このように動作させると、前述した撮像部14の受光素子14a では読み出す信号の数が全面素子を読み出す場合に比べて半分の読み出しで済ませることができる。得られる画像の解像度は、本撮像モードの画像に比べて低下するが、画像が動くので、解像度の低下の影響は少なく済む。

【0056】AEモードでは、低感度の受光素子群からの信号を用いて測光する。測光により得られた情報に基づいて露光値の算出を行う。このとき、低感度の信号電荷を用いていることから、測光値が飽和してしまう虞れを回避できる。これにより、電子カメラは、被写界のシーン（場面）の測光を確実に1回だけで済ませることができ有効である。AFモードでは、低感度の信号電荷あるいは高感度の信号電荷のいずれか一つを用いて行うことが好ましい。また、AFモードで用いる情報は輝度情報がいられる。低感度と高感度の受光素子群の両方にそれぞれ同じ色フィルタの色分解フィルタ12が用いられているとき、低感度の信号電荷を用い、しかも輝度情報を表す色Gからの信号だけで測光すると正確な測光を行うことができる。

【0057】これまで、受光素子14a は、受光素子14a のセルサイズおよびその受光素子自体が有する感度の差により低感度と高感度の受光素子にしていたが、受光素子14a に感度の差を持たせる手法は前述した方法に限定されるものでなく、この別な手法による固体撮像装置の第2の実施例について説明する。ここでも共通する部分に同じ参照符号を用いて説明を省略する。本実施例の固体撮像装置10は、第1の実施例に用いた色分解フィルタ12より入射光の側の透明部材上にマイクロレンズ16を配設する。マイクロレンズ16は、たとえば、図示しない光学系の一部として入射光の集光効率を高めるように受光素子14a の幾何学的な中心に一致させるように配する。そして、感度差が生じるように高感度の受光素子群の受光素子S_Hにだけマイクロレンズ16を配する。マイクロレ

18

ンズ16は、集光面の曲率やマイクロレンズにおける入射光の透過断面積の大きさで規定する。マイクロレンズ16は、受光素子14a の形状をカバーするように形成することが好ましい。このようにマイクロレンズ16を有効に用いると、受光素子14a 自体に持たせている高感度と低感度の差をそれほど大きく設定しなくても光量の差で調整できる。したがって、感度差を有する受光素子にしなくてもよいことから、撮像部14の製造を簡素化することが可能になる。

【0058】次に固体撮像装置10における第2の実施例の第1の変形例を図8を参照しながら説明する。固体撮像装置10は、マイクロレンズ16を高感度の受光素子群の受光素子S_Hだけに対応して配設させるだけでなく、低感度の受光素子群の受光素子S_Lにも対応させて配設させている。ただし、受光素子S_Lに対応させて配設されたマイクロレンズ16s は、受光素子S_Hのものと比べてその形状が異なっている。この形状の違いは、受光素子S_Lのマイクロレンズ16s の、たとえば、集光面の形状、すなわちレンズの曲率を小さくしたり、入射光を透過させるレンズの断面積を小さくすること等で実現させている（図8を参照）。このように構成しても受光素子14a に感度の差をもたせることができる。

【0059】固体撮像装置10の感度の差を受光素子14a の感度だけでなく、受光素子自体の大きさ、すなわちセルサイズの違いをもたせてきた。受光素子S_Lと受光素子S_Hのセルサイズの差は、入射光の透過断面積あるいは開口面積の違いとも言える。第2の変形例の固体撮像装置10は、入射光の光量の差を面積の違いでつくる。ここで、受光素子S_Hにするマイクロレンズ16b は、受光素子S_L用に配設されるマイクロレンズ16s より大きく形成する。受光素子14a に集光される光量の差が感度差に匹敵するように各マイクロレンズ16b を形成して、図9に示すように撮像部14は、2種類の受光素子を同じセルサイズの単一の受光素子で代用する。この場合、受光素子14a は、第1の実施例に比べて若干稠密性が低下するが、撮像部14に複数種類の受光素子を形成することがなくなるので、受光素子14a を形成する工程の複雑さを解消する。また、特にマイクロレンズ16s には、光量の差を具現化するレンズの材質に減光機能を有するものを添加して形成するようにしてもよい。

【0060】第3の変形例も受光素子14a のセルサイズを第2の変形例と同様に同一に形成する。しかしながら、固体撮像装置10は、撮像部14を遮光するとともに、その一部に開口部14a が形成されている遮光部材14b で受光素子14a が覆われている。受光素子14a が同一のサイズでありながら、受光素子S_H、S_Lに対応するそれぞれの開口部14a の開口率を異ならせる（図10を参照）。図10は破断線を示さないが、一つの受光素子S_H、S_Lの中心を通るように水平方向に切った要部断面である。受光素子14a、遮光部材14b、垂直転送路14c、信号読出しゲ

(11)

19

ート14d および導電性電極14jの周囲は、光を透過する透明部材14kが充填された状態にある。図10(a)の受光素子14bは、垂直転送路14c、信号読出しゲート14dおよび導電性電極14jが遮光部材14bにより入射光が遮光される中で受光素子(セル)の開口サイズ幅 w_L を示す矢印 A_L の切欠きが形成されている。同様に、図10(b)の受光素子14bにも、遮光部材14bに矢印 A_L が示す開口サイズ幅 w_S を示す切欠きが形成されている。図10(a), (b)から明らかなように開口サイズ幅は、 $w_L > w_S$ の関係になっている。

【0061】この関係から、開口サイズ幅 w_L の受光素子14aが受光素子 S_H 、開口サイズ幅 w_S の受光素子14aが受光素子 S_L にしている。換言すると、受光素子 S_H は、その受光素子の開口率を受光素子 S_L より大きいことになる。このように受光素子14aに到達する光量が異なることで受光素子に感度に差をもたせている。このように同一サイズで受光素子が形成されている場合、受光素子に照射される入射光を光電変換する時間、すなわち露光時間の長さを制御することで生成される信号電荷量に差をつけることもできる。この場合、得られた信号電荷を垂直転送路14cに読み出す信号読出しゲート14bを受光素子群毎に制御すると、各受光素子群の信号電荷を選択的に読み出すことができる。

【0062】次に固体撮像装置における第3の実施例を簡単に説明する。本実施例は、前述した第2の実施例と同様に受光素子への入射光量を異ならせることで受光素子に感度差をもたらす点では同じである。しかしながら、第2の実施例では、入射光量の差をマイクロレンズ16でつくったが、本実施例では色分解フィルタ12を用いる。色分解フィルタ12は、受光素子の入射光の側に受光素子のそれぞれに対応して色フィルタが配列されている。受光素子14aにおいて低感度の受光素子群に対応する色フィルタの膜厚を厚くしたまたはこの受光素子群にだけND (Neutral Density) フィルタを加える。これにより、この色フィルタからの透過光が少なくなるので、受光素子14aはすべて同じに形成されていても低感度を実現させることができる。また、上述した特殊なフィルタ処理を施していない色フィルタからの透過光で光電変換する受光素子群は、高感度の受光素子群として扱えるようになる。

【0063】色フィルタの中で色Gは、輝度情報に対応している。色Gは、他の色R、Bに比べて同一光量を入射させた場合、透過光量が多いので光電変換率の良好なことが知られている。また、最も使用頻度の高い入射光の色温度(たとえば、5000K ~ 6000K)の特性も加味して、色Gの受光素子は低感度の受光素子群に色R、Bの受光素子は高感度の受光素子群にして扱うとよい。このとき、色バランスのよい撮像信号が撮像部14で得られることになる。ここで、色Gの受光素子から信号電荷を得ることができるので、前述した、たとえば、この固体撮像

20

装置を適用した電子カメラのAEモードやAFモードでの確な輝度情報の測光を行われる。

【0064】以上のように構成することにより、異なる感度の受光素子で得られた信号を合成して用いると、たとえば、高感度の受光素子の飽和する明るさより10倍の明るさまでの信号を得ることができるようになる。したがって、各受光素子から得られた信号を合成すると、ダイナミックレンジを広くすることができる。受光素子の配置にハニカム配置を受光素子の形状も考慮することにより、水平/垂直方向の開口ピッチも同じにしているの
10 で、受光素子の配置の等方性を得ることができる。また、信号の合成において、特に高感度の受光素子に現れる飽和ムラの影響も改善させることができる。感度の差は、受光素子自体だけでなく、マイクロレンズや色分解フィルタ等の透過光量に違いをもたらすことによっても実現させることができる。これにより、受光素子の形成を簡素化させて容易にすることができる。

【0065】なお、前述した固体撮像装置の実施例は、それぞれの要素に注目して説明したが、これらに限定され
20 るものでなく、これらの実施例を組み合わせて固体撮像装置を構成してもよい。

【0066】

【発明の効果】このように本発明の固体撮像装置によれば、入射光が色分解手段を介して色分解された透過光を各受光素子の幾何学的な形状の中心が互に行方向および/または列方向に受光素子の間隔を示すピッチの半分
30 ずらした位置に照射させて複数の受光素子で光電変換し、行方向に隣接する受光素子間に列方向に2列分の第1および第2の列方向転送路を配設して、これらの列方向転送路と各受光素子の間の信号読出し手段を介して受光素子から列方向転送路に得られた信号電荷を読み出し、さらに、これら列方向転送路からの出力を行方向転送路を介して行方向に転送するものであり、第1の受光素子群と第2の受光素子群という異なる感度で得られた信号電荷を信号合成手段で合成し、出力することにより、第1の受光素子群の出力上限値と第2の受光素子群の出力下限値の範囲を用いて得られる信号のダイナミックレンジを広くすることができる。特に信号合成手段で第1の受光素子群からの出力の上限(飽和レベル)を調整し、信号電荷量を均一になるようにして偽信号の発生
40 や飽和ムラ等を抑制することにより色の画質を向上させることができる。また、この配設により、従来のハニカム配置よりも受光素子の面積あたりの利用効率を高く等方性を持たせることができる。さらに、2列分の列方向転送路の一つは、行方向に隣接する受光素子に対して斜め方向に配された第1の受光素子または第2の受光素子からの出力を転送するように形成されているので、受光素子を迂回するように列方向に配された受光素子に対して対称な蛇行が形成され無駄なスペースのない効率的な配設が可能にして、装置の小型化、および画質の向上を

(12)

21

図ることができる。

【0067】また、本発明の信号読出し方法によれば、異なる感度の一方を高感度とし、他方を低感度として受光し、得られた高感度と低感度の信号電荷をそれぞれ独立に列方向転送路に読み出して順次列方向に転送して行方向転送路に転送し、行方向転送路に転送された信号電荷をそのままライン単位または受光素子に対応した画素単位で行方向に転送する。この転送時に伴い信号電荷の出力先が異なる感度に応じて選択する。この選択の内

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る固体撮像装置の第1の実施例において、固体撮像装置の撮像部を入射光の側から見た平面図とその撮像部の概略的な信号処理のブロック図である。

【図2】図1の受光素子に対する、(a)従来のハニカム配置の受光素子の配置、(b)従来のハニカム配置の内、受光素子の面積を小さく異ならせた受光素子の配置、(c) (b)の受光素子の配置を稠密に配した際の配置を模式的に示す図である。

【図3】図1に用いた、低感度の受光素子と高感度の受光素子において明るさに対して生成される信号電荷量の関係を説明するグラフである。

【図4】図1に適用した信号読出しにより得られる低感度と高感度の画像を示す模式図である。

【図5】図1の固体撮像装置において第1の実施例の第1の変形例を説明する撮像部の平面図およびその撮像部

22

の概略的な信号処理のブロック図である。

【図6】図1の固体撮像装置において第1の実施例の第2の変形例を説明する撮像部の平面図およびその撮像部の概略的な信号処理のブロック図である。

【図7】本発明に係る固体撮像装置の第2の実施例において、固体撮像装置の撮像部を入射光の側から見た平面図とその撮像部の概略的な信号処理のブロック図である。

【図8】図1の固体撮像装置において第2の実施例の第1の変形例を説明する撮像部の平面図およびその撮像部の概略的な信号処理のブロック図である。

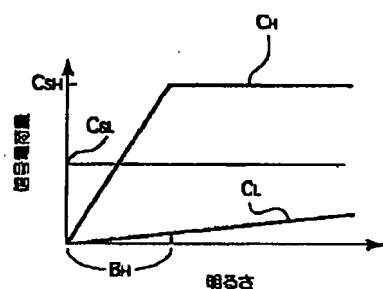
【図9】図1の固体撮像装置において第2の実施例の第2の変形例を説明する撮像部の平面図である。

【図10】図1の固体撮像装置において第2の実施例の第3の変形例を説明する撮像部での、(a)高感度の受光素子、(b)低感度の受光素子を水平方向に切断した際の断面図である。

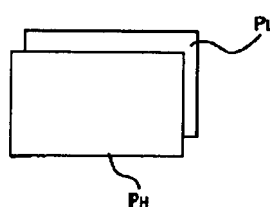
【符号の説明】

- 10 固体撮像装置
- 12 色分解フィルタ
- 14 撮像部
- 16 マイクロレンズ
- 14a 受光素子
- 14b 遮光部材
- 14c 垂直転送路
- 14d 信号読出しゲート
- 14e, 14h 水平転送路
- 14f 出力調整部
- 14g 飛越しゲート
- 14i 透明部材
- 14j 導電性電極

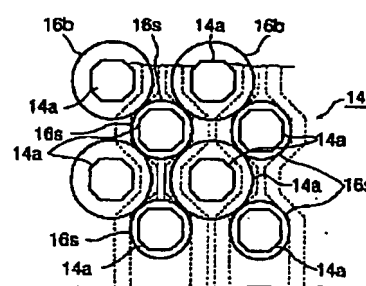
【図3】



【図4】

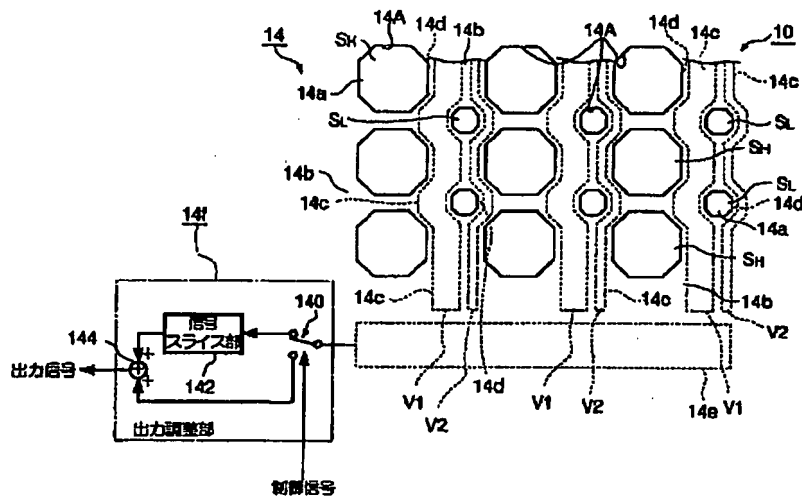


【図9】

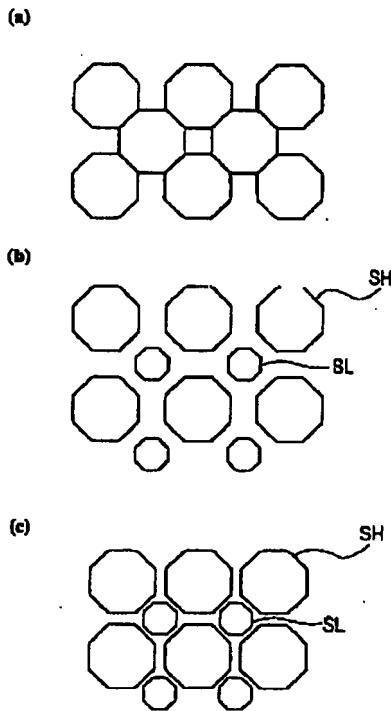


(13)

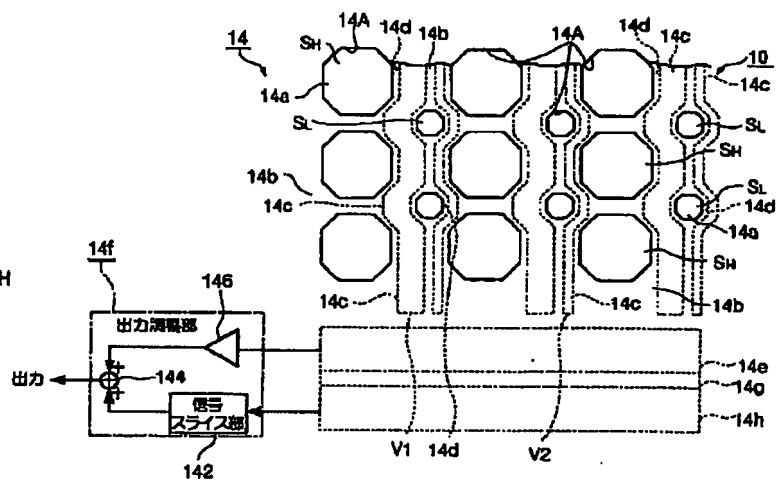
【図1】



【図2】

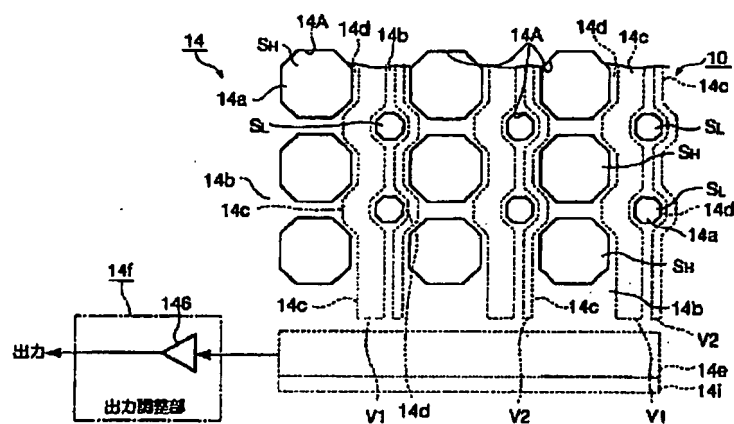


【図5】

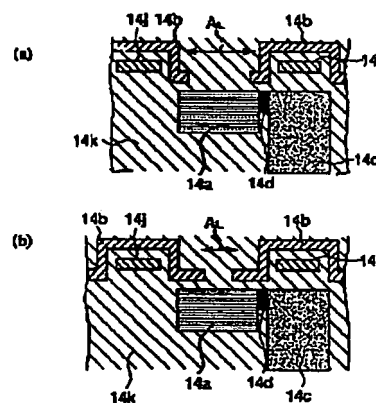


(14)

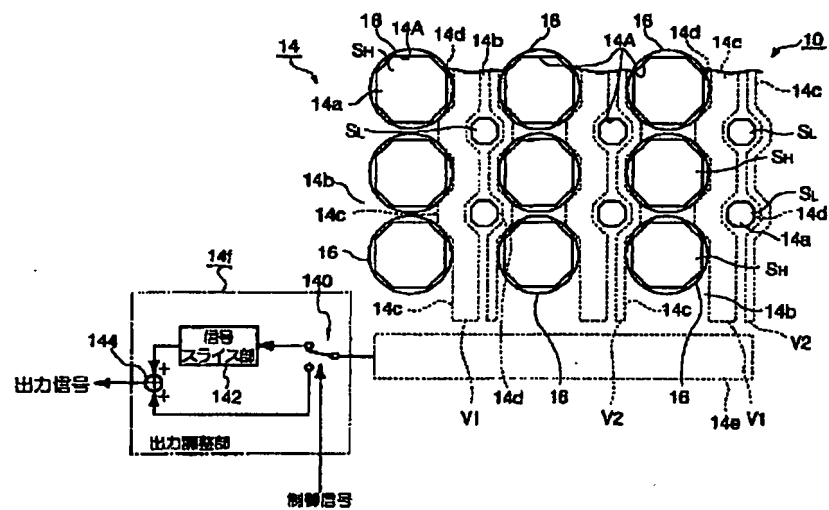
【図6】



【図10】

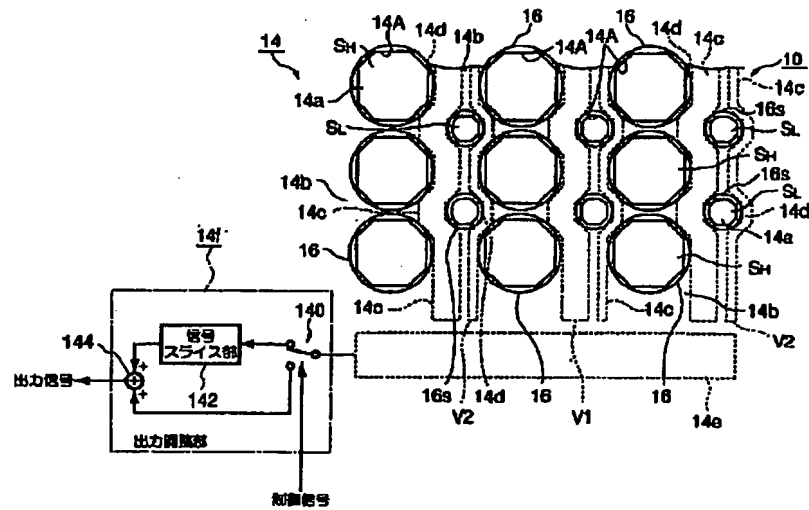


【図7】



(15)

【図8】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5C024 AA01 BA01 CA11 CA15 CA17
 EA04 EA08 FA12 GA01 GA48
 GA51 HA04 JA21
 5C065 AA03 BB13 BB48 CC07 CC08
 DD07 EE05 EE06 EE10 EE11
 5C072 AA01 BA11 DA09 DA10 DA20
 EA08 FA05 FA08 FB15 FB17
 FB19 QA06 XA10